

**FILS DE VERRE APTES A RENFORCER DES MATIERES ORGANIQUES
ET/OU INORGANIQUES, COMPOSITES LES RENFERMANT ET
COMPOSITION UTILISEE**

5

La présente invention concerne des fils ("ou fibres") de verre "de renforcement", c'est-à-dire aptes à renforcer des matières organiques et/ou inorganiques et utilisables comme fils textiles, ces fils étant susceptibles d'être obtenus par le procédé qui consiste à étirer mécaniquement des filets de verre fondu s'écoulant d'orifices disposés à la base d'une filière généralement chauffée par effet Joule.

La présente invention vise plus précisément des fils de verre ayant un module d'Young spécifique élevé, et présentant une composition quaternaire du type $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-MgO}$ particulièrement avantageuse.

Le domaine des fils de verre de renforcement est un domaine très particulier de l'industrie du verre. Ces fils sont élaborés à partir de compositions de verre spécifiques, le verre utilisé devant pouvoir être étiré sous la forme de filaments de quelques micromètres de diamètre suivant le procédé indiqué précédemment et devant permettre la formation de fils continus aptes à remplir un rôle de renfort.

Dans certaines applications notamment aéronautiques, on cherche à obtenir des pièces de grande dimension aptes à fonctionner dans des conditions dynamiques et qui par conséquent sont aptes à résister à des contraintes mécaniques élevées. Ces pièces sont le plus souvent à base de matières organiques et/ou inorganiques et d'un renfort, par exemple sous forme de fils de verre, qui occupe en général plus de 50 % du volume.

L'amélioration des propriétés mécaniques et du rendement de telles pièces passe par une amélioration des performances mécaniques du renfort, notamment du module d'Young à densité de renfort ρ constante, voire plus faible, ce qui revient à augmenter le module d'Young spécifique (E/ρ).

Les propriétés du renfort, dans le cas des fils de renforcement en verre, sont principalement régies par la composition du verre qui les constitue. Les fils de verre les plus connus pour renforcer des matières organiques et/ou inorganiques sont constitués de verres E et R.

Les fils en verre E sont couramment employés pour former des renforts, soit tels quels soit sous forme de tissus. Les conditions dans lesquelles le verre E peut être fibré sont très avantageuses : la température de travail correspondant à la température à laquelle le verre a une viscosité proche de 1000 poises est
5 relativement basse, de l'ordre de 1200°C, la température de liquidus est inférieure d'environ 120°C à la température de travail et sa vitesse de dévitrification est faible.

La composition du verre E définie dans la norme ASTM D 578-98 pour les applications dans les domaines de l'électronique et de l'aéronautique est la
10 suivante (en pourcentage pondéral) : 52 à 56 % de SiO₂; 12 à 16 % d'Al₂O₃; 16 à 25 % de CaO; 5 à 10 % de B₂O₃; 0 à 5 % de MgO; 0 à 2 % de Na₂O + K₂O; 0 à 0,8 % de TiO₂; 0,05 à 0,4 % de Fe₂O₃; 0 à 1 % de F₂.

Néanmoins, le verre E présente un module d'Young spécifique de l'ordre de 33 MPa.kg⁻¹.m³ insuffisant pour l'application visée.

15 Dans la norme ASTM D 578-98, il est décrit d'autres fils de renforcement de verre E, éventuellement sans bore. Ces fils ont la composition suivante (en pourcentage pondéral) : 52 à 62 % de SiO₂; 12 à 16 % d'Al₂O₃; 16 à 25 % de CaO; 0 à 10 % de B₂O₃; 0 à 5 % de MgO; 0 à 2 % de Na₂O + K₂O; 0 à 1,5 % de TiO₂; 0,05 à 0,8 % de Fe₂O₃; 0 à 1 % de F₂.

20 Les conditions de fibrage du verre E sans bore sont moins bonnes que celles du verre E avec bore mais elles restent cependant acceptables économiquement. Le module d'Young spécifique demeure à un niveau de performance équivalent à celui du verre E.

Il est encore connu de US 4 199 364 un verre E sans bore et sans fluor qui
25 présente une tension à la rupture améliorée. Ce verre contient notamment de l'oxyde de lithium.

Le verre R est connu pour ses propriétés mécaniques élevées et présente un module d'Young spécifique de l'ordre de 35,9 MPa.kg⁻¹.m³. En revanche, les conditions de fusion et de fibrage sont plus contraignantes que pour les verres du
30 type E mentionnés, et donc son coût final est plus élevé.

La composition du verre R est donnée dans FR-A-1 435 073. Elle est la suivante (en pourcentage pondéral) : 50 à 65 % de SiO₂; 20 à 30 % d'Al₂O₃; 2 à 10 % de CaO; 5 à 20 % de MgO; 15 à 25 % de CaO + MgO; SiO₂/Al₂O₃ = 2 à 2,8; MgO/ SiO₂ < 0,3.

D'autres tentatives d'augmenter la résistance mécanique des fils de verre ont été faites mais généralement au détriment de leur aptitude au fibrage, la mise en œuvre devenant alors plus difficile ou imposant d'avoir à modifier les installations de fibrage existantes.

- 5 Il existe donc un besoin de disposer de fils de verre de renforcement ayant un coût aussi proche que possible de celui du verre E et présentant des propriétés mécaniques à un niveau de performance comparable à celui du verre R.

La présente invention a pour but de fournir des fils de verre de renfort continus dont les propriétés mécaniques sont du même ordre de grandeur que le
10 verre R, en particulier concernant le module d'Young spécifique, tout en présentant des propriétés de fusion et de fibrage satisfaisantes pour obtenir des fils de renforcement dans des conditions économiques.

Un autre but de l'invention est de fournir des fils de verre économique ne contenant pas d'oxyde de lithium.

- 15 Ces buts sont atteints grâce aux fils de verre dont la composition comprend essentiellement les constituants suivants dans les limites définies ci-après exprimées en pourcentages pondéraux :

	SiO ₂	50 - 65 %
	Al ₂ O ₃	12 - 20%
20	CaO	13 - 16 %
	MgO	6 - 12 %
	B ₂ O ₃	0 - 3 %
	TiO ₂	0 - 3 %
	Na ₂ O + K ₂ O	< 2 %
25	F ₂	0 - 1 %
	Fe ₂ O ₃	< 1 %

La silice SiO₂ est l'un des oxydes qui forme le réseau des verres selon l'invention et joue un rôle essentiel pour leur stabilité. Dans le cadre de l'invention, lorsque le taux de silice est inférieur à 50 %, la viscosité du verre devient trop
30 faible et les risques de dévitrification lors du fibrage sont augmentés. Au-delà de 65 %, le verre devient très visqueux et difficile à fondre. De préférence, le taux de silice est compris entre 56 et 61 %.

L'alumine Al₂O₃ constitue également un formateur du réseau des verres selon l'invention et joue un rôle essentiel à l'égard du module, combiné avec la

silice. Dans le cadre des limites définies selon l'invention, la diminution du pourcentage de cet oxyde au-dessous 12 % entraîne une augmentation de la température de liquidus alors qu'une trop forte augmentation du pourcentage de cet oxyde au-delà de 20 % entraîne des risques de dévitrification et une
5 augmentation de la viscosité. De préférence, la teneur en alumine des compositions sélectionnées est comprise entre 14 et 18 %. De manière avantageuse, la somme des teneurs en silice et en alumine est supérieure à 70 %, ce qui permet d'obtenir des valeurs intéressantes du module d'Young spécifique.

La chaux CaO permet d'ajuster la viscosité et de contrôler la dévitrification
10 des verres. La teneur en CaO est de préférence comprise entre 13 et 16 %.

La magnésie MgO, tout comme CaO, joue le rôle de fluidifiant et a aussi un effet bénéfique sur le module d'Young spécifique. La teneur en MgO est comprise entre 6 et 12 %, de préférence entre 8 et 10 %. De préférence, le rapport pondéral CaO/MgO est supérieur ou égal à 1,40, et de manière avantageuse est inférieur
15 ou égal à 1,8.

De préférence encore, la somme des teneurs en Al_2O_3 et en MgO est supérieure ou égale à 24 %, ce qui permet d'obtenir des valeurs du module d'Young spécifique tout à fait satisfaisantes et de bonnes conditions de fibrage.

L'oxyde de bore B_2O_3 joue le rôle de fluidifiant. Sa teneur dans la
20 composition de verre selon l'invention est limitée à 3 %, de préférence 2 %, pour éviter les problèmes de volatilisation et d'émission de polluants.

L'oxyde de titane joue un rôle de fluidifiant et contribue à augmenter le module d'Young spécifique. Il peut être présent à titre d'impureté (son taux dans la composition est alors de 0 à 0,6 %) ou être ajouté volontairement. Dans ce
25 dernier cas, l'emploi de matières premières inhabituelles est nécessaire ce qui augmente le coût de la composition. Dans le cadre de la présente invention, l'ajout délibéré de TiO_2 n'est avantageux que pour une teneur inférieure à 3 %, de préférence inférieure à 2 %.

Na_2O et K_2O peuvent être introduits dans la composition selon l'invention
30 pour contribuer à limiter la dévitrification et réduire éventuellement la viscosité du verre. La teneur en Na_2O et K_2O doit cependant rester inférieure à 2 % pour éviter une diminution pénalisante de la résistance hydrolytique du verre. De préférence, la composition comprend moins de 0,8 % de ces deux oxydes.

Du fluor F_2 peut être présent dans la composition pour aider à la fusion du verre et au fibrage. Néanmoins, sa teneur est limitée à 1 % car au-delà peuvent survenir des risques d'émissions polluantes et de corrosion des réfractaires du four.

5 Les oxydes de fer (exprimés sous forme de Fe_2O_3) sont généralement présents à titre d'impuretés dans la composition selon l'invention. Le taux de Fe_2O_3 doit rester inférieur à 1 %, de préférence inférieur à 0,8 % pour ne pas nuire de façon rédhibitoire à la couleur des fils et à la conduite de l'installation de fibrage, en particulier aux transferts de chaleur dans le four.

10 Les fils de verre conformes à l'invention sont exempts d'oxyde de lithium. Outre son coût élevé, cet oxyde a un impact négatif sur la résistance hydrolytique du verre.

De préférence, les fils de verre ont une composition comprenant essentiellement les constituants suivants dans les limites définies ci-après
15 exprimées en pourcentages pondéraux :

	SiO_2	56 - 61 %
	Al_2O_3	14 - 18 %
	CaO	13 - 16 %
	MgO	8 - 10 %
20	B_2O_3	0 - 2 %
	TiO_2	0 - 2 %
	$Na_2O + K_2O$	< 0,8 %
	F_2	0 - 1 %
	Fe_2O_3	< 0,8 %

25 De manière particulièrement avantageuse, les compositions présentent un rapport pondéral $Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+MgO)$ qui varie de 0,4 à 0,44, de préférence inférieur à 0,42 ce qui permet d'obtenir des verres ayant une température de liquidus inférieure ou égale à 1250°C.

Les fils de verre selon l'invention sont obtenus à partir des verres de
30 composition précédemment décrite selon le procédé suivant : on étire une multiplicité de filets de verre fondu, s'écoulant d'une multiplicité d'orifices disposés à la base d'une ou plusieurs filières, sous la forme d'une ou plusieurs nappes de fils continus, puis on rassemble les filaments en un ou plusieurs fils que l'on collecte sur un support en mouvement. Il peut s'agir d'un support en rotation

lorsque les fils sont collectés sous la forme d'enroulements ou d'un support en translation lorsque les fils sont coupés par un organe servant également à les étirer ou lorsque les fils sont projetés par un organe servant à les étirer de façon à former un mat.

- 5 Les fils obtenus, éventuellement après d'autres opérations de transformation, peuvent ainsi se présenter sous différentes formes : fils continus ou coupés, tresses, rubans ou mats, ces fils étant composés de filaments de diamètre pouvant aller de 5 à 30 micromètres environ.

10 Le verre fondu alimentant les filières est obtenu à partir de matières premières pures ou le plus souvent naturelles (c'est-à-dire pouvant contenir des impuretés à l'état de traces), ces matières étant mélangées dans des proportions appropriées, puis étant fondues. La température du verre fondu est réglée de façon traditionnelle de manière à permettre le fibrage et éviter les problèmes de dévitrification. Avant leur rassemblement sous forme de fils, les filaments sont
15 généralement revêtus d'une composition d'ensimage visant à les protéger de l'abrasion et facilitant leur association ultérieure avec les matières à renforcer.

Les composites obtenus à partir des fils selon l'invention comprennent au moins une matière organique et/ou au moins une matière inorganique et des fils de verre, une partie au moins des fils étant des fils selon l'invention.

- 20 Les exemples qui suivent permettent d'illustrer l'invention sans toutefois la limiter.

Des fils de verre composés de filaments de verre de 17 μm de diamètre sont obtenus par étirage de verre fondu ayant la composition figurant dans le tableau 1, exprimée en pourcentages pondéraux.

- 25 On note $T(\log \eta=3)$ la température à laquelle la viscosité du verre est égale à 10^3 poises (déciPascal seconde).

On note T_{liquidus} la température de liquidus du verre, correspondant à la température à laquelle la phase la plus réfractaire, qui peut dévitrifier dans le verre, a une vitesse de croissance nulle et correspond ainsi à la température de
30 fusion de cette phase dévitrifiée.

On reporte les valeurs du module d'Young spécifique correspondant au rapport du module d'Young (mesuré selon la norme ASTM C 1259-01) à la masse volumique de l'échantillon de verre utilisé pour la mesure.

On donne à titre d'exemples comparatifs les mesures pour des verres E et R.

Il apparaît que les exemples selon l'invention présentent un excellent compromis entre les propriétés de fusion et de fibrage et les propriétés mécaniques. Ces propriétés de fibrage sont particulièrement avantageuses, notamment avec une température de liquidus au plus égale à 1280°C, plus faible
5 que celle du verre R. La plage de fibrage est positive, avec notamment un écart entre $T(\log \eta=3)$ et T_{liquidus} de l'ordre d'environ 10 à 50°C.

Le module d'Young spécifique des compositions selon l'invention est du même ordre de grandeur que celui du verre R et nettement plus élevé que pour le verre E.

10 Avec les verres selon l'invention, on atteint ainsi de manière remarquable des propriétés mécaniques du même niveau que pour le verre R, tout en abaissant substantiellement la température de fibrage pour se rapprocher de la valeur obtenue pour le verre E.

Les fils de verre selon l'invention sont plus économiques que les fils de verre
15 R qu'ils peuvent remplacer avantageusement dans certaines applications, notamment aéronautiques ou pour le renforcement de pales d'hélicoptères ou de câbles optiques.

TABLEAU 1

	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Verre E	Verre R
SiO ₂	59,5	58,8	58,0	57,7	57,5	58,5	59,5	54,4	60,0
Al ₂ O ₃	15,9	17,0	17,9	16,0	16,0	16,9	16,2	14,5	25,0
CaO	14,8	14,6	14,4	14,8	14,9	13,3	13,8	21,2	9,0
MgO	8,8	8,6	8,5	8,7	8,8	10,0	9,5	0,3	6,0
B ₂ O ₃				1,8				7,3	
TiO ₂	0,1	0,1	0,2	0,1	2,0	0,1	0,1		
Na ₂ O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	
K ₂ O	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5		
T(log η=3) (°C)	1281	1285	1289	1254	1271	1292	1298	1203	1410
T _{liquidus} (°C)	1230	1260	1280	1220	1240	1250	1210	1080	1330
Module d'Young spécifique (MPa.kg ⁻¹ .m ³)	35,2	35,4	35,4	35,4	35,6	35,8	35,6	33,0	35,9

REVENDICATIONS

1. Fil de verre de renforcement dont la composition comprend
5 essentiellement les constituants suivants dans les limites définies ci-après exprimées en pourcentages pondéraux :

	SiO ₂	50 - 65 %
	Al ₂ O ₃	12 - 20 %
	CaO	13 - 16 %
10	MgO	6 - 12 %
	B ₂ O ₃	0 - 3 %
	TiO ₂	0 - 3 %
	Na ₂ O + K ₂ O	< 2 %
	F ₂	0 - 1 %
15	Fe ₂ O ₃	< 1 %

2. Fil de verre selon la revendication 1, caractérisé en ce que la composition comprend une teneur en MgO + Al₂O₃ supérieure à 24 %.

3. Fil de verre selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la composition comprend une teneur en SiO₂ + Al₂O₃ supérieure ou égale à 70 %.

- 20 4. Fil de verre selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la composition présente un rapport pondéral Al₂O₃/(Al₂O₃+CaO+MgO) variant de 0,40 à 0,44, de préférence inférieur à 0,42.

5. Fil de verre selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la composition présente un rapport pondéral CaO/MgO supérieur ou égal à 1,40, et
25 de préférence inférieur ou égal à 1,8.

6. Fil de verre selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la composition comprend essentiellement les constituants suivants :

	SiO ₂	56 - 61 %
	Al ₂ O ₃	14 - 18 %
30	CaO	13 - 16 %
	MgO	8 - 10 %
	B ₂ O ₃	0 - 2 %
	TiO ₂	0 - 2 %
	Na ₂ O + K ₂ O	< 0,8 %
35	F ₂	0 - 1 %

Fe_2O_3 < 0,8 %.

7. Composite de fils de verre et de matière(s) organique(s) et/ou inorganique(s), caractérisé en ce qu'il comprend des fils de verres tels que définis par l'une des revendications 1 à 6.

- 5 8. Composition de verre adaptée à la réalisation de fils de verre de renforcement comprenant essentiellement les constituants suivants dans les limites définies ci-après exprimées en pourcentages pondéraux :

	SiO_2	50 - 65 %
	Al_2O_3	12 - 20 %
10	CaO	13 - 16 %
	MgO	6 - 12 %
	B_2O_3	0 - 3 %
	TiO_2	0 - 3 %
	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	< 2 %
15	F_2	0 - 1 %
	Fe_2O_3	< 1 %.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/001431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 C03C13/00 C03C3/087

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	US 4 199 364 A (NEELY HOMER E) 22 April 1980 (1980-04-22) cited in the application the whole document example 5	1,3-8
X	US 2001/011058 A1 (TAMURA SHINICHI) 2 August 2001 (2001-08-02) example 1	1-8



Further documents are listed in the continuation of box C



Patent family members are listed in annex

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 2004

Date of mailing of the international search report

02/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Somann, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/001431

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4199364	A	22-04-1980	NONE	
US 2001011058	A1	02-08-2001	JP 2001206733 A FR 2804107 A1	31-07-2001 27-07-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/001431

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C03C13/00 C03C3/087

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 C03C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 199 364 A (NEELY HOMER E) 22 avril 1980 (1980-04-22) cité dans la demande le document en entier exemple 5	1, 3-8
X	US 2001/011058 A1 (TAMURA SHINICHI) 2 août 2001 (2001-08-02) exemple 1	1-8

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 novembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/12/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P B 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax. (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Somann, K

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/001431

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4199364	A	22-04-1980	AUCUN	
US 2001011058	A1	02-08-2001	JP 2001206733 A	31-07-2001
			FR 2804107 A1	27-07-2001

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.